

가정용 TV 환경에서의 실감효과 향상을 위한 정면 수직음상정위 기반 오디오 시스템

김중건, 전찬준, 김홍국
광주과학기술원 정보통신공학부
{jonggun, cjchun, hongkook}@gist.ac.kr

An Audio System Based on Vertical Sound Source Elevation for the Improvement of Audio Realism in Home TV Environments

Jong Kun Kim, Chan Jun Chun, and Hong Kook Kim
School of Information and Communications
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

요 약

본 논문에서는 가정용 TV 환경에서 실감효과를 향상시키기 위한 정면 수직음상정위에 기반한 오디오 시스템을 제안하고 이를 구현한다. 제안된 시스템은 가정용 대형 TV 환경에서 TV 하단에 배치된 오디오 시스템으로 인해 음상이 TV 의 하단에 맺히게 되어 재생되는 영상과 위치적인 불일치 문제를 해결하기 위하여, 오디오 신호에 정면 수직음상정위 기법을 적용하여 고도감이 향상된 신호를 생성해 준다. 본 논문에서의 정면 수직음상정위 기법은 청취자의 신체적 특성을 반영하기 위한 머리전달함수 모델, 고도에 따라 달라지는 주파수 특성을 반영하기 위한 spectral notch 및 특정 주파수 대역 boosting 으로 구성된다. 제안된 오디오 시스템의 정면 수직음상정위 기법의 성능을 평가하기 위하여 원음과 이 원음에 정면 수직음상정위 기법을 적용하여 생성한 음원을 TV 오디오 시스템으로 재생한 후의 청취 선호도 조사를 수행하였으며, 그 결과 정면 수직음상정위 기법을 포함하는 제안된 오디오 시스템을 통해 청취한 음원에 대한 선호도가 높았다.

1. 서론

최근 멀티미디어 기술이 급속도로 발전함에 따라 고품질의 AV 영상을 재생하기 위한 기술이 발전을 거듭해 오고 있다. 특히 영상분야에 있어서 고화질의 영상 재생을 위한 high definition television (HDTV)의 보급과 함께 초고화질 영상 재생을 위한 ultra-high definition television (UHDTV)에 대한 관심 역시 증대되고 있다[1]. 이러한 고품질 영상의 재생이 가능해지면서 고해상도를 가지는 대형화된 TV 가 가정에 널리 보급되고 있다. 하지만, 가정용 TV 의 화면이 대형화가 되면서 TV 의 스테레오 오디오 시스템의 경우 화면의 하단이나 후면에 배치되는데 특히 오디오 시스템이 하단에 위치하게 되는 경우에는 오디오 신호의 음상이 TV 하단에서 맺히지만 영상의 경우 TV 중심에 위치하게 되면서 재생되는 오디오 신호와 영상간의 위치적인 불일치로 인해 몰입도가 떨어지게 된다. 이는 스피커를 대형 TV 화면의 한가운데에 위치시켜 문제를 해결할 수 있지만 이 경우에는 화면 내의 스피커를 설치해야 하는 기술적인 어려움이 존재한다.

본 논문에서는 스테레오 오디오 시스템이 하단에 배치된 가정용 TV 환경에서 화면에서 재생되는 영상과 스피커에서 재생되는 오디오 신호의 음상과의 위치적인 불일치로 인해 발생하는 실감효과 저하 문제를 해결하기 위해 오디오 신호에 고도감을 주는 기술인 정면 수직음상정위 기법에 기반한

오디오 시스템을 제안한다. 정면 수직음상정위 기법의 경우 머리전달함수(HRTF: Head-Related Transfer Function)에 기초한 수직음상정위 기법을 적용하였을 경우에 발생하는 개인간의 편차에 의한 성능저하를 줄이면서 고도감을 향상시켜 주기 위해 방위각, 고도, 거리, 신체적 특성 등을 변수로 가지는 구조적 머리전달함수 모델에 다수의 피실험자로부터 실제 측정된 머리전달함수 데이터베이스를 분석하여 notch 필터를 설계하여 적용하고 특정대역을 증폭시켜 준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 정면 수직음상정위 기법을 적용한 가정용 TV 환경에서의 실감효과 향상을 위한 오디오 시스템에 대해서 기술한다. 3 절에서는 제안한 오디오 시스템의 성능을 실험을 통해서 확인한다. 마지막으로 4 절에서 결론을 맺도록 한다.

2. 정면 수직음상정위 기법 기반 오디오 시스템

그림 1 은 제안된 정면 수직음상정위 기법 기반 오디오 시스템을 나타낸다. 그림에서 보는 바와 같이 스피커가 대형 TV 화면의 하단에 배치됨으로 인해 재생되는 오디오 신호의 음상과 재생되는 영상간의 위치적인 불일치 문제가 발생하게 된다. 이를 해결하기 위하여 오디오 신호에 고도감을 부여해주는 정면 수직음상정위 기법을 적용한다. 정면

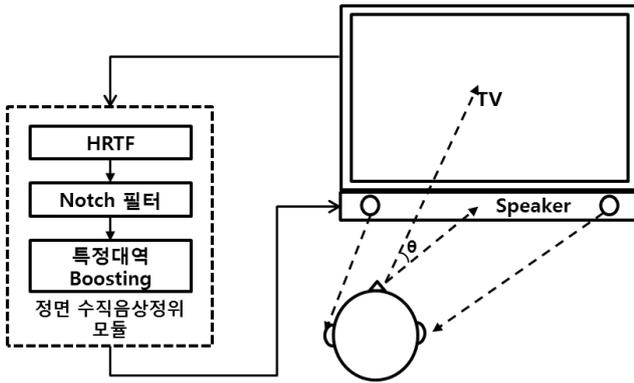


그림 1. 제안된 정면 수직음상정위 기법 기반 오디오 시스템

수직음상정위 기법은 오디오 신호를 구조적 머리전달함수 모델에 통과시켜 사람의 어깨, 머리 및 외이 등을 통해 생성되는 반사 및 회절 등의 특성을 반영한 음상정위된 신호를 생성한다. 여기서, 구조적 머리전달함수 모델은 기존의 머리전달함수 기반의 입체음향 생성 시, 개인별 신체적 특징과 더미헤드간의 불일치로 인해 발생하는 개인간의 성능차이[2]를 보완하기 위해 제안된 것으로 음원에 대한 방위각, 고도, 거리 및 신체특성 등을 입력변수로 하는 새로운 전달함수를 수학적으로 모델링한 것이다[3].

이에 더해, 구조적 머리전달함수 모델을 통해 생성된 신호에 고도에 따라 다른 위치에서 발생하는 spectral notch 특성을 적용하기 위하여 설계된 notch 필터를 적용한다. 설계된 notch 필터는 개인의 신체적 특성 차이를 최소화 하면서 고도감을 향상시키기 위해 실제 측정된 CIPIC HRTF database[4]의 평균 스펙트럼으로부터 추출된 notch의 위치를 이용한다. 즉, 본 논문에서 사용된 notch 필터의 notch의 위치는 CIPIC HRTF DB의 고도 90도에 해당하는 평균 스펙트럼에서 추출된 것으로 8,548, 12,963, 18,819 Hz이다. 마지막으로, 설계된 notch 필터를 통과한 신호는 사람의 청각 시스템이 특정 주파수 대역 성분에서 보다 민감한 상위고도에 대한 인지능력을 보여주는 특성을 반영하기 위하여 7~9 kHz 대역의 신호를 증폭시켜주며 11~13 kHz의 대역은 감쇄시켜준다[5]. 이와 같은 방법으로 생성된 고도감을 가지는 오디오 신호는 TV의 하단에 배치된 스피커를 통해 재생된다.

3. 성능평가

본 절에서는 주관적 청취평가를 통해 제안된 정면 수직음상정위 기반 오디오 시스템의 성능을 평가하였다. 실험 음원으로는 남성, 여성, 악기 연주곡 3 가지 장르의 음원을 사용하였으며 총 6 명의 실험자가 청취실험에 참여하였다. 영상에서 추출한 원음을 이용하여 제안된 정면 수직음상정위 기법을 통해 음원을 생성한 후, 가정용 대형 TV를 통해 영상과 함께 재생하였다. 청취자는 원음과 이 원음에 정면 수직음상정위 기법을 통해 처리된 음원을 듣고 선호하는 음원에 표기하도록 하였다. 표 1은 이에 대한 결과를 나타낸 것으로 제안된 정면 수직음상정위 기법에 기반한 오디오 시스템에 의해 재생되는 음원이 원음에 비해 선호되는 것으로 확인되었다.

표 1. 청취 선호도 조사 결과

음원	선호도 (%)	
	기존 시스템	제안된 시스템
남성 음원	16.7	83.3
여성 음원	16.7	83.3
연주곡 1	33.3	66.7
연주곡 2	16.7	83.3
연주곡 3	33.3	66.7
평균	23.3	76.7

4. 결론

본 논문에서는 가정용 TV 환경에서의 실감효과를 향상시키기 위한 정면 수직음상정위 기법에 기반한 오디오 시스템에 대해서 제안하고 이를 구현하였다. 제안된 오디오 시스템은 TV로부터 발생하는 오디오 신호에 구조적 머리전달함수 모델과 spectral notch 특성을 바탕으로 설계된 notch 필터, 그리고 고도감 상승효과를 위한 특정 주파수대역 증폭이 통합된 정면 수직음상정위 기법을 적용하여 고도감이 상승된 음원을 생성하였으며 생성된 음원은 TV에 부착된 스테레오 스피커를 통해 재생되었다. 제안된 오디오 시스템을 평가하기 위하여 원음을 재생한 TV 오디오 시스템과의 청취 선호도 조사를 수행한 결과, 제안된 오디오 시스템을 사용한 경우에 대한 선호도가 높았다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012-010636).

참고문헌

[1] 안충현, "UHD(Ultra High Definition) TV 기술개발 동향," *한국방송공학회지*, 제 13 권, 제 1 호, pp. 97-112, 2008년 3월.

[2] E. M. Wenzel, M. Arruda, D. J. Kistler, and F. L. Wightman, "Localization using non-individualized head-related transfer functions," *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 94, no. 1, pp. 111-123, July 1993.

[3] C. P. Brown and R. O. Duda, "An efficient HRTF model for 3-d sound," in *Proc. of IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics*, pp. 298-301, Oct. 1997.

[4] V. R. Algazi, R. O. Duda, D. M. Thompson, and C. Avendano, "The CIPIC HRTF database," in *Proc. of IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics*, pp. 99-102, Oct. 2001.

[5] J. Blauert, *Spatial Hearing*, MIT Press, Cambridge, MA, 1997.